



KEANEKARAGAMAN SPESIES PARASITOID TELUR *Helicoverpa armigera* (Hübner) PADA SISTEM TANAM MONOKULTUR DAN POLIKULTUR KAPAS

NURINDAH DAN SUJAK

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat

(diterima Januari 2006, disetujui Juli 2006)

ABSTRACT

Diversity of Egg Parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Hübner) on Cotton Monoculture and Polyculture. Polyculture system is one of techniques in pest management. In Indonesia, cotton is always intercropped with second food crops such as maize, soybean, mungbean or peanut. This research was aimed to evaluate the effect of culture system, i.e. cotton monoculture vs. cotton intercropped with soybean on the increase of species diversity of *H. armigera* egg parasitoids and the parasitoid contribution to mortality of *H. armigera*. The research was arranged in a split plot design with two main factors: three cotton varieties with three levels of trichome density (Tancot SP 37, Kanesia 8 and LRA 5166) and the subplots were two cultivation systems (cotton monoculture and polyculture), with three replicates. Observations were made by collecting *H. armigera* eggs on population of first generation (45 days after planting) and second generation (75 DAP). The results showed that on cotton polyculture the egg parasitoid complex which consisted of *Trichogramma* spp. and *Trichogrammatoidea* spp. was higher than that in cotton monoculture and so was the egg parasitism level. The increase of egg parasitism was 24% in the first generation and 15% in the second generation. Parasitoid species found belonged to the genera *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea*. In the parasitoid complex, *Trichogrammatoidea armigera* was dominant on the first generation and *Trichogramma chilostraeae* on the second. The domination succession could be as a result of the higher host-searching capacity of *T. chilostraeae* than that of *T. armigera*.

KEY WORDS: species diversity, egg parasitoid, *Helicoverpa armigera*, *Trichogramma armigera*, *Trichogrammatoidea chilostraeae*.

PENDAHULUAN

Sebagai tanaman perkebunan, kapas pada umumnya ditanam secara tumpangsari dengan tanaman palawija. Tanaman palawija yang ditumpang-sarikan dengan kapas antara lain adalah jagung (daerah pengembangan Sulawesi Selatan dan Jawa Tengah), kacang tanah (daerah pengembangan Nusa Tenggara Barat), dan kedelai (daerah pengembangan Jawa Timur).

Ditinjau dari segi usahatani, sistem tumpangsari kapas dengan tanaman palawija ini memberikan keuntungan ekonomi dan mengurangi risiko kegagalan panen. Ditinjau dari segi pengendalian hama, sistem tumpangsari kapas dengan tanaman palawija dapat membantu dalam pengendalian populasi hama, karena sistem ini dapat meningkatkan populasi musuh alami (Anderson & Yeagan 1998, Slosser *et al.* 2000). Populasi musuh

alami yang tinggi dapat menjaga populasi hama untuk selalu berada pada populasi di bawah ambang kendali, karena terjadi mortalitas yang tinggi. Diantara musuh alami yang berperan dalam pengendalian serangga hama, parasitoid merupakan kelompok musuh alami yang potensial.

Helicoverpa armigera dikenal sebagai penggerek buah kapas (*cotton bollworm*). Serangga ini merupakan obyek yang pada umumnya menjadi sasaran dalam usaha pengendalian hama pada kapas, terutama pengendalian dengan penyemprotan insektisida. Pengendalian hama terpadu (PHT) kapas yang telah dikembangkan dengan penekanan pada pengembangan teknik-teknik pengendalian non kimiawi telah dapat mengatasi masalah hama ini. Penerapan PHT dengan benar telah dapat merubah status serangga ini dari serangga hama utama menjadi serangga hama potensial (Nurindah 2003).

Perubahan status *H. armigera* dari serangga hama utama menjadi serangga hama potensial karena adanya peran faktor mortalitas biotik. Pada sistem pengendalian konvensional, insektisida kimia sintetik yang digunakan secara intensif menyebabkan faktor mortalitas biotik yang terdiri atas parasitoid dan predator, tidak dapat berkembang populasinya sehingga tidak dapat berperan dengan baik. Pada sistem PHT, agroekosistem yang ada mendukung per-

kembangan faktor mortalitas biotik ini, sehingga merupakan faktor yang penting dalam mengatur populasi *H. armigera* untuk selalu pada populasi di bawah ambang kendali. Mortalitas biotik telur dan larva *H. armigera* oleh predator dan parasitoidnya pada pertanaman kapas tumpangsari dengan kedelai masing-masing mencapai 54% dan 32%; sedangkan mortalitas telur oleh parasitoid mencapai 18% (selang 9 – 33%). (Nurindah *et al.* 2006).

Parasitoid yang dominan memarasit telur *H. armigera* adalah parasitoid dari genus *Trichogramma* dan *Trichogrammatoidea* (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*). Sedikitnya ada 9 spesies *Trichogramma* dan 3 spesies *Trichogrammatoidea* yang telah dilaporkan memarasit telur *H. armigera* dan 7 spesies diantaranya berasosiasi dengan tanaman kapas (Tabel 1). Beragamnya spesies *Trichogrammatid* yang memarasit telur *H. armigera* pada kapas menunjukkan bahwa tanaman kapas merupakan salah satu habitat inang yang disukai oleh parasitoid telur ini. Keanekaragaman spesies pada suatu ekosistem yang tinggi mengindikasikan bahwa ekosistem tersebut 'sehat', karena arthropoda yang terdapat dalam ekosistem tersebut dapat berkembang dan berinteraksi dengan baik sehingga terdapat keseimbangan antara populasi herbivora, yang sering disebut hama, dengan musuh alaminya. Kondisi seperti ini menyebabkan herbivora yang terdapat pada ekosistem tersebut tidak menimbulkan

kerusakan yang nyata pada tanaman budidaya.

Sistem tanam tumpangsari kapas dengan palawija dilaporkan dapat meningkatkan populasi musuh alami, diantaranya adalah populasi parasitoid telur Trichogrammatid (Lusyana 2005). Walaupun demikian, keanekaragaman spesies Trichogrammatid yang berasosiasi dengan tanaman kapas yang ditanam secara tumpangsari dengan palawija belum pernah dilaporkan. Informasi tentang

keanekaragaman spesies parasitoid pada suatu ekosistem diperlukan sebagai petunjuk untuk menilai 'kesehatan' suatu agroekosistem. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keanekaragaman spesies parasitoid telur *H. armigera*, yaitu serangga hama yang selalu ada pada pertanaman kapas, pada pola tumpangsari kapas dengan kedelai versus pada kapas monokultur.

Tabel 1. Parasitoid telur *H. armigera* pada berbagai tanaman

No.	Spesies	Tanaman inang	Referensi
1.	<i>Trichogramma achaea</i> Nagaraja	sorgum, jagung, kedelai	Reddy & Manjunath (1999)
2.	<i>Trichogramma australicum</i> Girault	kapas	Scholz (1991).
3.	<i>Trichogramma brasiliensis</i> Ashmead	tomat, kacang polong	Khrisnamoorthy & Mani (1998)
4.	<i>Trichogramma carverae</i>	kapas	Scholz (1991).
5.	<i>Trichogramma chilonis</i> Ishii	jagung, kedelai, bawang	Reddy & Manjunath (1999); Herlinda (1998); Alba (1989); Shepard & Barrion (1998).
6.	<i>Trichogramma chilostraeae</i> Nagaraja	jagung, kapas	Alba (1989); Nurindah & Bindra (1988).
7.	<i>Trichogramma dendrolimi</i> Matsumura	kapas	Scholz (1991).
8.	<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	tomat & kacang polong	Khrisnamoorthy & Mani (1998)
9.	<i>Trichogramma principium</i>	kapas	Adnan-Babi <i>et al.</i> (2002).
10.	<i>Trichogrammatoidea armigera</i> Nagaraja	kapas	Nurindah & Bindra (1988).
11.	<i>Trichogrammatoidea bactrae bactrae</i> Nagaraja	padi, kapas	Alba (1989); Scholz (1991).
12.	<i>Trichogrammatoidea guamensis</i> Nagaraja	jagung	Nurindah & Bindra (1988).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat (Balittas) Asembagus, Jawa Timur, pada musim tanam 2005. Penelitian disusun dalam rancangan petak terbagi dengan dua faktor yang mempengaruhi kondisi ekologi pertanaman yang diulang tiga kali. Sebagai perlakuan utama digunakan tiga varietas kapas dengan tingkat ketahanan yang berbeda terhadap *Amrasca biguttulla*, yaitu: 1) Varietas dengan ketahanan tinggi (LRA 5166); 2) Varietas dengan ketahanan sedang (Kanesia 7); dan 3) Varietas dengan ketahanan rendah (Tamcot SP 37).

Pemilihan tiga varietas yang berbeda ketahanannya terhadap *A. biguttulla* adalah karena ketiga varietas ini mempunyai kepadatan trichom pada daun yang berbeda. Kepadatan trichom yang berbeda ini berpengaruh terhadap preferensi peletakan telur *H. armigera*, sehingga faktor ini dapat menyebabkan tiga tingkat populasi inang yang berbeda. Sebagai anak petak adalah sistem tanam, yaitu: 1) Kapas monokultur; dan 2) Kapas tumpangsari dengan kedelai.

Pengamatan keanekaragaman parasitoid telur dilakukan dengan pengumpulan telur *H. armigera* pada 45 hari setelah tanam (hst) dan 75 hst, yaitu pada waktu populasi telur *H. armigera* pada kapas tinggi, masing-

masing pada generasi I dan geseerasi II. Pengumpulan telur dilakukan pada tanaman kapas pada satuan contoh (1 m²). Setiap petak dikumpulkan 6 satuan contoh. Telur dikumpulkan dengan melekatkannya pada kertas berukuran 2 cm x 3 cm dan diberi label yang jelas. Semua telur yang dikumpulkan diamati tingkat parasitasinya dan spesies parasitoid yang memarasit. Identifikasi parasitoid dilakukan dengan kunci determinasi yang dikembangkan oleh Alba (1989) dan Nagarkatti dan Nagaraja (1977).

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh varietas dan sistem tanam serta interaksi yang ada dengan ANOVA dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5%.

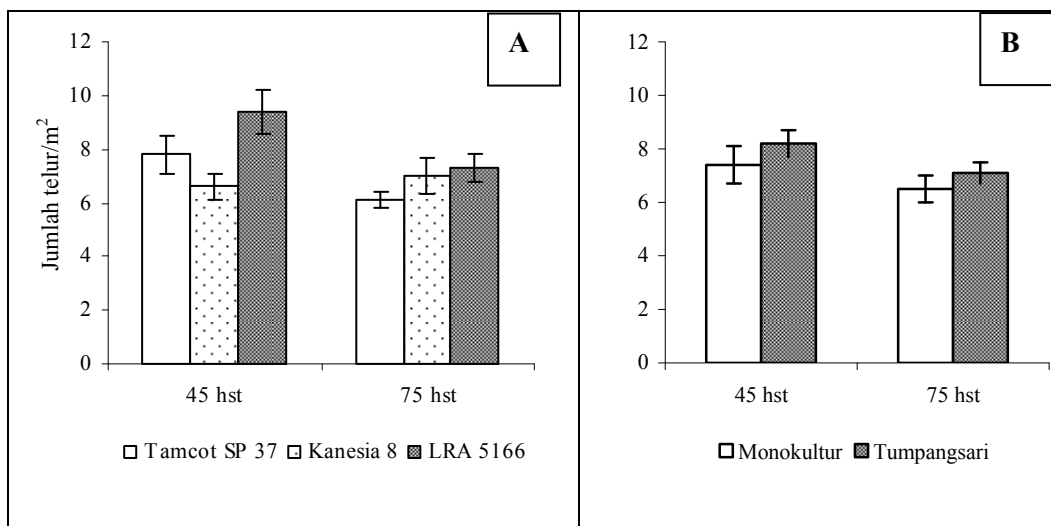
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter morfologi varietas kapas berpengaruh terhadap kepadatan telur *H. armigera* pada generasi pertama yang diamati pada 45 hst, tetapi tidak berpengaruh pada 75 hst (Gambar 1 A). Ngegat *H. armigera* lebih banyak meletakkan telur pada tanaman kapas varietas LRA 5166 yang karakter morfologinya mempunyai trichom lebih banyak (476 trichom/cm²) dibandingkan pada varietas Tamcot SP 37 (73 trichom/cm²) atau Kanesia 8 (241 trichom/cm²). Hal ini menunjukkan bahwa preferensi peletakan telur *H. armigera* dipengaruhi oleh morfologi tanaman, terutama trichom

yang merupakan medium peletakan telur. Semakin tinggi jumlah trichom per satuan luas, semakin banyak telur yang diletakkan.

Peletakan telur pada kapas pada sistem tanam tumpangsari dan monokultur tidak berbeda nyata (Gambar 1 B). Walaupun demikian, penambahan vegetasi pada sistem tanam tumpangsari berpengaruh terhadap persentase parasitisasi telur dan terdapat interaksi yang nyata antara varietas LRA 5166 dengan tata tanam, yaitu pada tata tanam monokultur persentase parasitisasi telur lebih rendah dibandingkan pada sistem tumpangsari (Tabel 2). Parasitisasi telur *H. armigera* oleh parasitoid Trichogrammatid yang tinggi pada kapas varietas LRA 5166

dan persentase parasitisasi yang rendah pada pertanaman kapas varietas Tamcot SP 36 memperkuat teori *density dependent factor* tentang hubungan ketergantungan antara parasitoid dan inangnya, yaitu adanya parasitisasi yang tinggi disebabkan oleh adanya populasi inang yang tinggi dan sebaliknya. Persentase parasitisasi telur *H. armigera* generasi I pada umumnya lebih tinggi daripada pada generasi II (Tabel 2). Hal ini diduga karena pada generasi I tanaman kapas maupun kedelai sedang dalam masa pembungaan dan tersedia nektar yang merupakan makanan utama imago parasitoid, sehingga menarik parasitoid untuk mendatangi pertanaman (*host habitat location*). Proses selanjutnya, yaitu setelah parasitoid telah berada



Gambar 1. Populasi telur *H. armigera* per m² generasi I (45 hst) dan II (75 hst) (rata-rata ± S.E.) pada tiga varietas kapas (A) dan pada tata tanam monokultur dan tumpangsari dengan kedelai (B).

Tabel 2. Persentase parasitisasi (rata-rata \pm S.E.) telur *H. armigera* generasi I dan II oleh parasitoid Trichogrammatid pada tiga varietas kapas dengan sistem tanam monokultur dan tumpangsari dengan kedelai

Varietas kapas dan sistem tanam	Generasi I (45 hst)	Generasi II (75 hst)
<u>Kapas varietas Tamcot SP 37</u>		
Monokultur kapas	27,3 \pm 2,5 a ¹	9,3 \pm 2,7 a
Kapas + Kedelai	32,6 \pm 2,1 b	23,1 \pm 1,6 b
<u>Kapas varietas Kanesia 8</u>		
Monokultur kapas	25,9 \pm 5,5 a	8,0 \pm 3,1 a
Kapas + Kedelai	22,3 \pm 4,8 a	13,8 \pm 0,7 b
<u>Kapas varietas LRA 5166</u>		
Monokultur kapas	22,9 \pm 3,4 a	8,6 \pm 3,2 a
Kapas + Kedelai	45,2 \pm 4,4 b	23,1 \pm 1,6 b

Nilai % parasitisasi pada kolom yang sama untuk setiap varietas kapas yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan tingkat parasitisasi yang nyata ($P \leq 0,05$) antara monokultur dan Kapas+kedelai berdasarkan uji F.

pada habitat inangnya, parasitoid tersebut akan menemukan inang (*host location*) sesuai dengan kapasitas daya carinya (*host searching capacity*). Pada peletakan telur generasi II, tanaman kedelai sudah memasuki pemasakan buah, jumlah nektar yang tersedia pada pertanaman berkurang, sehingga ketertarikan parasitoid untuk mendatangi pertanaman tersebut menurun. Selain itu, populasi inang yang tersedia juga lebih rendah (Gambar 1 A).

Parasitoid telur yang ditemukan ada enam spesies yang meliputi dua genus (Tabel 3). Penambahan keanekaragaman vegetasi berpengaruh nyata terhadap keanekaragaman spesies parasitoid yang ditemukan pada suatu pertanaman dan terdapat interaksi yang nyata antara

varietas kapas dan tata tanam terhadap jumlah spesies parasitoid yang ditemukan (Tabel 2 dan Tabel 3). Pada tata tanam tumpangsari, yaitu pertanaman dengan keanekaragaman vegetasi tinggi, jumlah spesies yang ditemukan lebih banyak dibandingkan pada pola monokultur. Keanekaragaman vegetasi yang lebih tinggi pada pola tumpangsari berpengaruh terhadap penyediaan sumber pakan (nektar dan polen) yang lebih banyak bagi parasitoid. Kondisi ini menarik parasitoid untuk datang pada pertanaman tersebut (*host habitat location*) yang selanjutnya berakibat pada penemuan inang (*host location*) dan terjadi parasitisasi. Tingginya keanekaragaman parasitoid ini juga menjelaskan terjadinya parasitisasi

Tabel 3. Keanekaragaman spesies parasitoid telur *H. armigera* pada kapas monokultur dan tumpang-sari dengan kedelai.

No	Spesies	Monokultur	Tumpang-sari
1.	<i>Trichogrammatoidea armigera</i> Nagaraja	+	+
2.	<i>Trichogrammatoidea bactrae bactrae</i> Nagaraja	+	+
3.	<i>Trichogrammatoidea bactrae fumata</i> Nagaraja	+	+
4.	<i>Trichogrammatoidea guamensis</i> Nagaraja	-	+
5.	<i>Trichogramma chilonis</i> Ishii	-	+
6.	<i>Trichogramma chilostraeae</i> Nagaraja	+	+

+ = ditemukan; - = tidak ditemukan.

yang lebih tinggi pada pola tumpang-sari dibandingkan dengan pada pola monokultur (Gambar 2B).

Varietas LRA 5166 lebih disukai oleh banyak spesies parasitoid dibandingkan dengan varietas yang lain. Hal ini disebabkan karena pada varietas LRA 5166 keberadaan inang lebih banyak dibandingkan pada varietas lain (Gambar 1). Ketersediaan inang yang lebih banyak memberikan peluang yang tinggi kepada spesies-spesies parasitoid untuk menemukan inangnya (*host finding*), termasuk spesies-spesies parasitoid yang tidak dominan pada pertanaman kapas, misalnya *Trichogrammatoidea bactrae bactrae*, *T. bactrae fumata* dan *Trichogramma chilonis*. Dengan demikian, faktor keanekaragaman vegetasi dan kepadatan inang berpengaruh dalam menarik parasitoid untuk mendatangi dan menimbulkan mortalitas pada suatu agroekosistem.

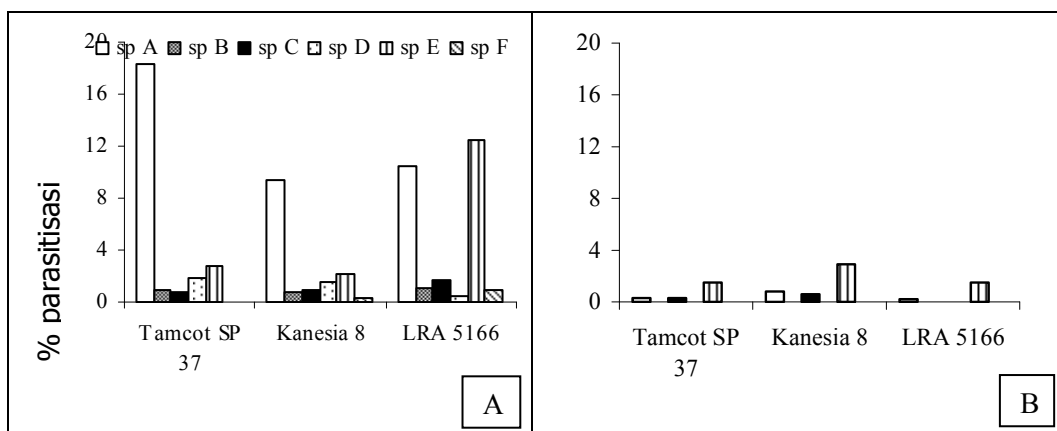
Tingkat parasitisasi pada populasi telur generasi I pada umumnya lebih tinggi dibandingkan pada

generasi II, baik pada berbagai varietas maupun pola tanam (Gambar 2 dan Gambar 3). Hal ini disebabkan oleh populasi inang pada generasi I lebih tinggi dibandingkan pada generasi II. Persentase parasitisasi oleh spesies-spesies parasitoid telur menggambarkan keanekaragaman dan aktivitas masing-masing spesies karena pada kondisi sebaran inang yang acak *Trichogramma* spp. akan menghindari multiparasitisasi (Boulétreau *et al.* 1991).

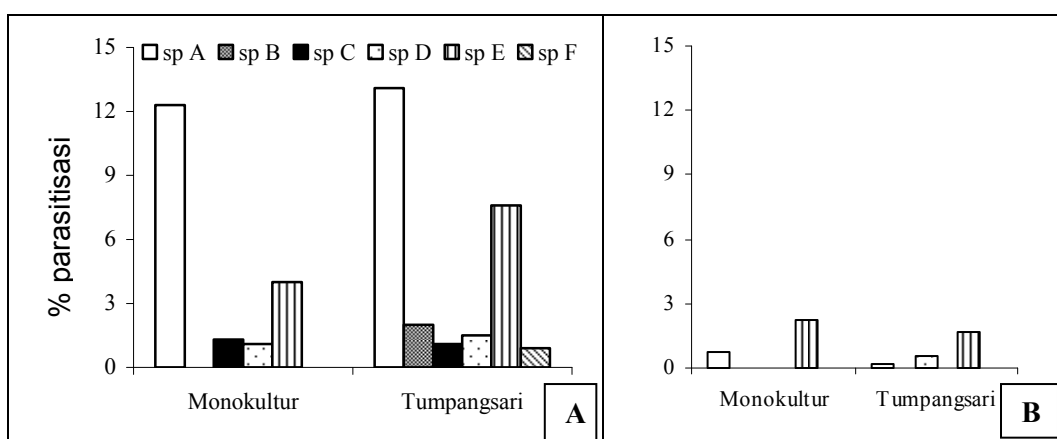
Pada populasi inang generasi I, parasitisasi didominasi oleh *T. armigera*, baik pada berbagai varietas maupun pada pola monokultur atau tumpang-sari, sedangkan pada populasi inang generasi II, parasitisasi telur *H. armigera* yang ditemukan didominasi oleh *T. chilostraeae*. Hal ini diduga karena daya cari (*searching capacity*) *T. chilostraeae* lebih tinggi, sehingga pada kondisi populasi inang rendah (populasi generasi II), *T. chilostraeae* lebih mampu menemukan inangnya. Dugaan ini diperjelas dengan tingkat parasitisasi pada sistem tanam

monokultur dan tumpangsari pada generasi I dimana populasi inang tinggi. Pada sistem tanam tumpangsari, dimana struktur pertanamannya lebih kompleks daripada monokultur, parasitisasi oleh *T. chilostraeae* lebih tinggi, sedangkan parasitisasi oleh *T. armigera* hampir seimbang. Proses

penemuan inang oleh *Trichogramma* spp. (*foraging*) dipengaruhi oleh kompleksitas struktur tanaman. Inang yang terdapat pada stuktur tanaman yang sederhana lebih mudah ditemukan dibandingkan dengan inang pada struktur tanaman yang lebih kompleks (Gingras *et al.* 2003).



Gambar 2. Persentase parasitisasi telur *H. armigera* generasi I (A) dan II (B) oleh beberapa spesies parasitoid Trichogrammatid pada tiga varietas kapas (Spesies parasitoid: A. *T. armigera*; B: *T. guamnensis*; C: *T. bactrae bactrae*; D: *T. chilostraeae*; E: *T. bactrae fumata*; F: *T. chilonis*)



Gambar 3. Persentase parasitisasi telur *H. armigera* generasi I (A) dan II (B) oleh beberapa spesies parasitoid Trichogrammatid pada kapas monokultur dan tumpangsari dengan kedelai (Spesies parasitoid: A. *T. armigera*; B: *T. guamnensis*; C: *T. bactrae bactrae*; D: *T. chilostraeae*; E: *T. bactrae fumata*; F: *T. chilonis*)

Implikasi dari hasil penelitian ini dapat dikembangkan dalam sistem pengelolaan hama. Salah satu teknik pengelolaan hama yang sekarang dikembangkan adalah penambahan keanekaragaman tanaman dalam suatu pertanaman atau lanskap (Altieri dan Altieri 2004). Sistem tanam tumpangsari (*intercropping*) merupakan salah satu cara penambahan keanekaragaman. Dari penelitian ini terbukti bahwa sistem tanam tumpangsari meningkatkan parasitisasi telur *H. armigera* yang disebabkan oleh adanya peningkatan keanekaragaman parasitoid. Peningkatan keanekaragaman parasitoid ini selanjutnya berpengaruh terhadap peningkatan mortalitas inang yang berstatus sebagai 'hama'. Selain oleh kompleks Trichogrammatid, mortalitas telur juga dapat terjadi oleh predatornya, misalnya kumbang kubah, kepik Mirid atau semut (Nurindah *et al.* 2006). Telah dilaporkan bahwa penambahan keanekaragaman tanaman di sekitar tanaman utama dengan sorghum, tanaman penutup tanah atau tumpangsari dengan tananam kacang-kacangan dapat meningkatkan populasi predator (Parajulee dan Slosser 1999; Tillman *et al.* 2002; Mote *et al.* 2001). Dengan demikian, pada kapas yang ditanam tumpangsari dengan kedelai peluang mortalitas *H. armigera* lebih tinggi dibandingkan dengan pada monokultur.

KESIMPULAN

1. Sistem tanam tumpangsari kapas+kedelai meningkatkan keanekaragaman parasitoid telur *Trichogramma* spp. dan *Trichogrammatoidea* spp. serta meningkatkan persentase parasitisasi hingga 24% pada generasi I dan 15% pada generasi II.
2. Spesies parasitoid yang berasosiasi pada ekosistem kapas tumpangsari dengan kedelai adalah: *T. armigera*, *T. guammensis*, *T. bactrae bactrae*, *T. chiloetraeae*, *T. bactrae fumata*, dan *T. chilonis*. Dominasi kompleks parasitoid yang memarasit telur *H. armigera* pada generasi I adalah *T. armigera* dan pada generasi II adalah *T. chiloetraeae*.
3. Pada ekosistem polikultur kapas+kedelai, kompleks parasitoid telur dapat memberikan kontribusi mortalitas *H. armigera* yang lebih tinggi daripada pada ekosistem kapas monokultur.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan-Babi, Al-Nabhan M, Pintureau B. 2002. A study on the effect of *Trichogramma principium* releases on cotton bollworms and the chrysopid predator *Chrysoperla carnea* in Syrian cotton fields. *Arab J of Plant Protection* 20(1): 59-61.
- Alba M. C. 1989. Trichogrammatids in The Phillipines. *Phillipp Entomol* 7(3): 252 – 271.
- Altieri N, Altieri M. A. 2004. Agroecological bases of ecological engineering for pest management. *Dalam* G. M. Gurr, S. D. Wratten dan M. A. Altieri (Eds.), *Ecological Engineering for Pest Management*.

- pp: 32 – 54. Comstock Publishing Associates, New York.
- Anderson AC, Yeagan KV. 1998. Influence of soybean canopy closure on predator abundances and predation on *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. *Environ Entomol* 27: 1488-1495.
- Boulétreau M, Chassain C, Fouillet P. 1991. Mutual interference and spatial distribution of infestations in two sympatric *Trichogramma* species: *T. brassicae* Bezdenko and *T. cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biol Control* 1 (2): 176-18.
- Gingras D, Dutilleul P, Boivin G. 2003. Effect of plant structure on host finding capacity of lepidopterous pests of crucifers by two *Trichogramma* parasitoids. *Biol Control* 27 (1): 25-31.
- Herlinda S. 1996. Kajian *Trichogrammatoidea bactrae bactrae* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoid telur *Etiella zinckenella* Treitsckhe (Lepidoptera: Pyralidae). Tesis. Program Pasca Sarjana, IPB, Bogor. 60p.
- Krishnamoorthy A, Mani M. 1996. Biosuppression of *Helicoverpa armigera* (Hubn.) on tomato using two egg parasitoids, *Trichogramma brasiliensis* (Ashm.) and *T. pretiosum* (Riley). *Entomol Res* 20: 1, 37-41.
- Lusyana NR. 2005. Keragaman parasitid telur *Helicoverpa armigera* pada tanaman kapas (*Gossypium hirsutum* L.) mono-kultur dan tumpangsari di Asembagus, Kabupaten Situbondo. [Skripsi]. Universitas Negeri Malang.
- Mote UN, Patil MB, Tambe AB. 2001. Role of intercropping in population dynamics of major pests of cotton ecosystem. *Annal Plant Protect Scien* 9(1): 32 - 36.
- Nagarkatti S, Nagaraja. 1977. Biosystematics of *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* species. *Ann Rev Entomol* 22: 157 – 176.
- Nurindah, Bindra OS. 1988. Studies on *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in the control of *Heliothis armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Biotrop Special Publication* 36: 165 – 173.
- Nurindah. 2003. Status *Helicoverpa armigera* (Hübner) dan peran musuh alaminya pada ekosistem kapas di Indonesia. *Perspektif* 11 – 19.
- Nurindah, Parmono DH, Sujak. 2006. Faktor mortalitas biotik *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas tumpangsari dengan kedelai. Prosiding Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan, Lamongan 8 September 2005, p: 110 – 117. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan.
- Parajulee MN, Slosser JE. 1998. Evaluation of potential relay strip crops for predator enhancement in cotton. Proceedings. Beltwide Cotton Conferences, San Diego, California, USA, 5 – 9 January 1998, Volume 2: 1104 - 1107.
- Reddy GVP, Manjunath M. 1999. Influence of host plants on parasitism of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) by two egg parasitoids, *Trichogramma chilonis* and *Trichogramma achaea* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *International Pest Control* 41: 6, 223-225.
- Scholz BCG. 1991. Evaluation and selection of native egg parasitoids for bollworm management in Australian cotton. *Colloques-de-l'INRA*, No. 56, 235-238.
- Slosser JE, Parajulee MN, Bordovsky DG. 2000. Evaluation of food sprays and relay strip crops for enhancing biological control of bollworms and cotton aphids in cotton. *International J Pest Management* 46: 267-275.
- Tillman G, Schomberg H, Phatak S, Timper P, Olson D. 2002. Enhancing sustainability in cotton with reduced chemical inputs, cover crops, and conservation tillage. Proceedings of 25th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Auburn, AL, USA, 24 –26 June, 2002: 366 - 368